



KARAKTERISASI DAN POTENSI MINYAK NYAMPLUNG (*CALOPHYLLUM INOPHYLLUM*) SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN BIODIESEL

Fajar Singgih Kurnia P, Findra Ahmad Falsafi dan Setiyo Gunawan*

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya, Kampus ITS Sukolilo 60111

Korespondensi: Tel.: +62 31 5946240; Fax: +62 31 5999282.
Alamat email: gunawan@chem-eng.its.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari komposisi (karakteristik) dari biji buah mangrove *Calophyllum inophyllum* (nyamplung), mengetahui konversi total minyak biji nyamplung dan komposisi biodiesel yang dihasilkan. Penelitian menggunakan metode standar AOAC untuk pengujian komposisi biji buah nyamplung dan *Inductively Coupled Plasma* untuk pengujian mineral serta menggunakan larutan BF_3 -metanol untuk konversi biodiesel. Dari hasil penelitian uji komposisi biji buah nyamplung didapatkan kandungan dari berat total biji adalah sebagai berikut, kandungan lipid berkisar antara 62,96 – 63,1%; untuk kandungan air berkisar antara 21,99 – 22,50%; kandungan protein sebesar 0,81%; kandungan serat kasar (*crude fiber*) sebesar 8,89-9,45%; kandungan abu 0,51-0,55%; dan kandungan *Nitrogen Free Extract* (NFE) sebesar 3,90-4,50%. Sedangkan kandungan mineral yang didapatkan adalah sebagai berikut, kandungan tembaga (Cu) berkisar antara 14,505-16,04 ppm; kandungan mangan (Mn) berkisar antara 3 – 3,36 ppm; kandungan besi (Fe) berkisar antara 7,99 – 12,88 ppm; dan kandungan kalium (K) berkisar antara 34,055 – 35,46 ppm. Yield biodiesel dari *crude oil* mencapai 83-86%.

Kata kunci : biji nyamplung, biodiesel, crude oil

1. PENDAHULUAN

Mangrove memiliki peranan yang sangat penting bagi ekosistem di daerah pesisir. Selain melindungi daerah pesisir dari gelombang air laut, mangrove memiliki berbagai jenis tumbuhan yang memiliki manfaat yang besar. Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki hutan mangrove yang sangat luas, berdasarkan Kementrian Kehutanan luas hutan mangrove Indonesia adalah 7.758.410 ha, tetapi hampir 70% nya dalam keadaan rusak (Hartini et al., 2010). Data hasil pemetaan Pusat Survey Sumber Daya Alam Laut (PSSDAL)-Bakosurtanal dengan menganalisis data citra Landsat ETM (akumulasi data citra tahun 2006-2009, 190 scenes), mengestimasi luas mangrove di Indonesia saat ini adalah 3.244.018 ha (Hartini et al., 2010). Salah satu cara untuk mengembalikan kondisi hutan mangrove Indonesia adalah dengan melakukan reklamasi. Tetapi karena mahalnya biaya reklamasi dan efek buruknya terhadap ekosistem yang ada, sehingga dibutuhkan cara yang lain untuk meningkatkan kondisi hutan mangrove Indonesia. Cara lain yang lebih efektif yang dapat dilakukan adalah dengan menemukan manfaat dari produk hutan mangrove sehingga memunculkan kesadaran bagi masyarakat di daerah pesisir untuk mengembangkan dan melestarikan hutan mangrove yang ada. Hutan mangrove memiliki berbagai jenis tanaman yang biasa dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar, salah satunya adalah *Calophyllum inophyllum*.

Calophyllum inophyllum adalah salah satu spesies tanaman mangrove dari famili *Calophyllaceae*. Tanaman ini tumbuh di pesisir pantai hampir di seluruh Indonesia, di Pulau Jawa tanaman ini biasa disebut nyamplung, sedangkan di Kalimantan biasa disebut bintangur, dan biasa disebut hatau di Ambon. Ciri-ciri tumbuhan ini antara lain, batang berkayu, bulat dan berwarna cokelat, bentuk daun tunggal, bersilang berhadapan, bulat memanjang atau bulat telur, ujung tumpul, pangkal membulat, tepi rata, pertulangan menyirip, panjang 10-21 cm, lebar 6-11 cm, tangkai 1,5-2,5 cm, mempunyai bunga yang merupakan bunga majemuk, berbentuk tandan, mempunyai buah berbentuk bulat seperti peluru, diameter 2,5-3,5 cm, warna

hijau, kering menjadi cokelat, bijinya berbentuk bulat, tebal, keras, warna cokelat, pada intinya terdapat minyak berwarna kuning, mempunyai perakaran tunggang, serta tinggi pohon bisa mencapai 20 meter. Tanaman ini biasa dipanen antara bulan Juli-Desember tiap tahunnya (Hargono dan Kristinah, 2010)

C. inophyllum memiliki potensi yang cukup besar sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Biodiesel adalah monoalkil ester dari asam-asam lemak rantai panjang yang terkandung dalam minyak nabati atau lemak hewani untuk digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel (Krawczyk, 1996). Biodiesel merupakan energi alternatif pengganti bahan bakar fosil yang keberadaannya saat ini semakin menipis. Penelitian-penelitian sebelumnya hanya terfokus pada metode dan optimalisasi pembuatan biodiesel dari *C. inophyllum*. Sementara karakterisasi biji buahnya sendiri belum ada yang mengidentifikasi. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui komposisi dan kandungan mineral dalam biji mangrove *C. inophyllum* serta potensinya sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Kandungan asam lemak dan komposisi biodiesel dari *C. inophyllum* ini juga diteliti.

2. METODOLOGI

2.1 Pengukuran Crude Lipid dengan Metode AOAC 2003

Kandungan lipid dalam biji mangrove *C. inophyllum* ditentukan dengan AOAC (2003). Bubuk mangrove sebanyak 50 gram dibungkus dengan kertas saring diletakkan di dalam ekstraktor dan diekstrak dengan solvent n-hexane teknis pada suhu 75°C selama 4 jam. Dengan 4 jam ekstraksi ini, lipida dalam mangrove sudah benar-benar terekstrak semua sehingga prosesnya dapat dihentikan. Selanjutnya, hasil yang diperoleh berupa campuran lipid dan n-hexane didistilasi untuk memisahkan keduanya. Ekstrak berupa lipida dimasukkan botol yang sebelumnya telah ditimbang. Dipanaskan lagi pada suhu 80°C untuk mendapatkan hasil yang murni. Kemudian ditimbang hasilnya.

2.2 Pengukuran Crude Protein dengan Metode AOAC 2003

Kandungan protein ditentukan dengan analisa kandungan nitrogen (AOAC, 2003). Jumlah total protein ditentukan dengan mengalikan jumlah nitrogen dengan faktor koreksi sebesar 6,25 (FAO, 2003). Uji kandungan protein dilakukan dengan cara menguji kadar Nitrogen dalam sampel (bubuk mangrove). Kemudian hasilnya dikonversi dengan mengalikan kadar nitrogen yang didapat dengan 6,25. Hasil konversi yang didapat itu merupakan kandungan protein dalam sampel. Untuk menguji kadar nitrogen, sampel sebanyak 6 gram dimasukkan dalam labu Kjeidahl. Ditambahkan air sebanyak 150 mL kedalamnya. 100 mL HCl 1 N dan beberapa tetes indikator mix dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang kemudian dihubungkan dengan labu Kjeidahl. Dipanaskan pada suhu 100°C. Setelah mendidih, tambahkan 23 mL (V_2) larutan NaOH 30% ke dalam labu Kjeidahl. Pemanasan dihentikan apabila tidak ada yang menetes lagi pada erlenmeyer (tak ada aliran ke erlenmeyer). Hasil larutan yang di erlenmeyer dititrasi dengan HCl (V_1) hingga warnanya berubah menjadi kehijauan. Persen protein dihitung dengan menggunakan rumus:

(1)

(2)

2.3 Penentuan kandungan ash (abu) dengan Metode AOAC 2003

Kandungan ash (abu) dalam *Calophyllum inophyllum* ditentukan dengan AOAC (2003). Untuk penentuan ash, cawan kosong dan bersih dipanaskan pada suhu 600 °C selama 1 jam dalam muffle furnace. Kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang (W_1). 1 gram sampel (bubuk mangrove) ditaruh dalam cawan dan dipanaskan di dalam muffle furnace pada suhu 550 °C selama 6 jam. Kemudian cawan didinginkan dalam desikator dan ditimbang (W_2). Persen ash dihitung dengan rumus:

(3)

2.4 Penentuan Crude Fiber dengan Metode AOAC 2003

Kandungan fiber ditentukan dengan AOAC (2003). Sampel 0,5 gram (W_1) ditambahkan 150 ml H_2SO_4 dan beberapa tetes acetone sebagai anti foaming. Campuran kemudian dipanaskan 100 °C hingga mulai mendidih. Kemudian suhu dikurangi menjadi 45 °C selama 30 menit. Endapan disaring dengan kertas saring dan dicuci dengan aquadest hingga bebas asam. Kemudian dengan prosedur yang

sama diulangi dengan menggunakan KOH. Kertas saring beserta endapannya dipanaskan dalam oven pada suhu 150 °C selama 1 jam, kemudian diletakkan dalam desikator dan ditimbang (W_2). Endapan dan kertas saring diletakkan cawan penguap dan dipanaskan dalam furnace selama 3-4 jam, kemudian di letakkan dalam desikator dan ditimbang (W_3)

Persen crude fiber dihitung dengan rumus:

(4)

2.5 Penentuan kandungan air (moisture content)

Kandungan air ditentukan dengan menggunakan alat Halogen Moisture Analyzer. Berat sampel (serbuk mangrove) dicatat sebagai W_1 . sampel dimasukkan ke alat Halogen Moisture Analyzer dengan suhu 105 °C dipanaskan hingga berat tetap (W_2).

Persen moisture content dihitung dengan rumus:

(5)

2.6 Prosedur Pengujian Mineral

Pengujian mineral dapat dilakukan dengan menggunakan alat Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-EOS). Sampel (bubuk mangrove) didekstruksi terlebih dahulu. Sampel sebanyak 2 gram dicampur dengan asam nitrat 10 ml kemudian dipanaskan pada suhu 60 °C selama 20 menit. Setelah itu larutan ditambahkan dengan HCl sebanyak 5 ml dan dipanaskan pada suhu 60 °C selama 20 menit. Kemudian ditambahkan aquadest sebanyak 100 ml dan dipanaskan pada suhu 60 °C sampai larutan berkurang setengah dari volume awal. Setelah itu disaring menggunakan kertas saring. Kertas saring dibilas berulang kali dengan aquadest sampai mineral larut sempurna. Larutan yang didapat diencerkan sampai 100 ml, kemudian diencerkan kembali hingga 50 kali pengenceran. Sampel 5-10 ml dianalisa dengan ICP.

2.7 Penentuan Nitrogen Free Extract

Nitrogen Free Extract (NFE) dihitung dari selisih setelah analisa semua kandungan mangrove *Callophylum inophyllum*. NFE dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini (AOAC, 2003).

$$NFE = 100\% - (\% \text{ crude fat} + \% \text{ crude protein} + \% \text{ fiber} + \% \text{ ash} + \% \text{ moisture}) \quad (6)$$

2.8 Konversi total minyak mentah ke FAME

Crude oil (10 g) dan BF_3 -in methanol (10 mL) dituangkan pada botol berukuran 50 mL. Kemudian dipanaskan pada suhu 60 °C dengan diaduk menggunakan stirrer magnetik sampai reaksi berjalan sempurna (dilakukan selama 24 jam). Dari reaksi ini, akan terbentuk 2 lapisan. Kedua lapisan dicuci dengan menggunakan campuran heksane-air (1:1). Campuran berupa heksane-biodiesel yang terbentuk dipisahkan dengan menggunakan corong pemisah. Kemudian N-heksane dalam campuran diuapkan sehingga hanya tertinggal ekstrak yang berisi asam lemak. Produk dianalisis dengan TLC dan gas chromatography (GC).

2.10 Analisa TLC (Thin Layer Chromatography)

Komponen di tiap sampel diidentifikasi menggunakan standar murni. Sampel diletakkan di plate TLC berupa titik dan dimasukkan ke dalam mobile phase atau mobile heksan. Pada penelitian ini, digunakan mobile phase yang berisi heksane / etil asetat / asam asetat = 90:10:1, v/v/v. Spot yang terjadi dilihat dari munculnya warna dengan menggunakan uap iodine.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Callophylum inophyllum*

Callophylum inophyllum mempunyai buah berbentuk bulat seperti peluru, diameter 2,5-3,5 cm, warna hijau, kering menjadi cokelat, bijinya berbentuk bulat, tebal, keras, warna cokelat, pada intinya terdapat minyak berwarna kuning(Hargono dan Kristinah, 2010). Ampas buahnya dapat

digunakan sebagai briket. Disamping itu nyamplung juga termasuk tanaman obat yaitu sebagai penyubur rambut, obat rematik (Hadi, 2009).

Biji *C. innophyllum* dikupas dari kulitnya dan dipanaskan dalam oven pada suhu 80 °C selama 12 jam untuk menghilangkan moisture kontennya. Komposisi *C. innophyllum* ditunjukkan pada **Tabel I**. Diketahui bahwa biji buah *C. innophyllum* kering terdiri dari moisture content (21,99-22,50%), crude lipid (62,96 - 63,10%), crude protein (0,81 %), crude fiber (8,89-9,45%), ash (0,51-0,55%), dan nitrogen-free extract (3,9-4,5). Data tersebut didapatkan melalui tiga data independen. Jumlah crude lipid yang didapatkan pada penelitian sebelumnya adalah sebesar 65% (Friday dan Okano,2006). Karena belum ada studi yang meneliti tentang komposisi proksimat dari *C. innophyllum* selain kandungan crude lipid, maka data yang didapatkan belum dapat dibandingkan.

Kandungan protein ditentukan berdasarkan kandungan total nitrogen. Kandungan nitrogen ini kemudian dikalikan dengan faktor pengali (6,25) untuk mendapatkan kandungan protein. Kandungan protein pada *C. innophyllum* sangat kecil (0,81%) dibandingkan dengan *Jatropha curcas* sebesar 25% (Nzikou et al., 2009) atau *Xylocarpus moluccensis* sebesar 10,14% (Gunawan et al.,2013). Namun, penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan faktor dalam metode total nitrogen tersebut menghasilkan error protein sebesar -2 hingga 9% (FAO, 2003). Kandungan protein yang kecil mengindikasikan bahwa *C. innophyllum* tidak dapat digunakan sebagai suplemen protein yang baik.



Gambar 1. biji *Callophyllum innophyllum*.

Tabel I. Komposisi biji buah *Callophyllum innophyllum*.

No.	Konstituen	Kadar (%berat)
1.	Moisture	21,99-22,50
2.	Lipid	62,96 - 63,10%
3.	Protein	0,81 %
4.	Crude Fiber	8,89-9,45%
5.	Ash	0,51-0,55%
6.	Nitrogen-free extract	3,90-4,50%

Komposisi mineral dalam biji buah *C. innophyllum* ditunjukkan pada **Table II**. Ditunjukkan bahwa *C. innophyllum* mengandung tembaga (14,505-16,040 ppm), mangan (3,000 - 3,360), besi (7,990 -12,880), dan kalium (34,055-35,460). Diantara mineral-mineral tersebut, kandungan kalium merupakan yang terbesar dan mangan merupakan yang terkecil. Belum ada studi lain yang menunjukkan komposisi mineral dalam biji buah *C. innophyllum*.

Tabel II. Komposisi mineral biji buah *Callophyllum innophyllum*.

No.	Mineral	Kadar (%berat)
1.	Cu	14,505 - 16,040
2.	Ca	ND
3.	Zn	ND
4.	Mn	3,000 - 3,360
5.	Fe	7,990 - 12,880
6.	K	34,055 - 35,460

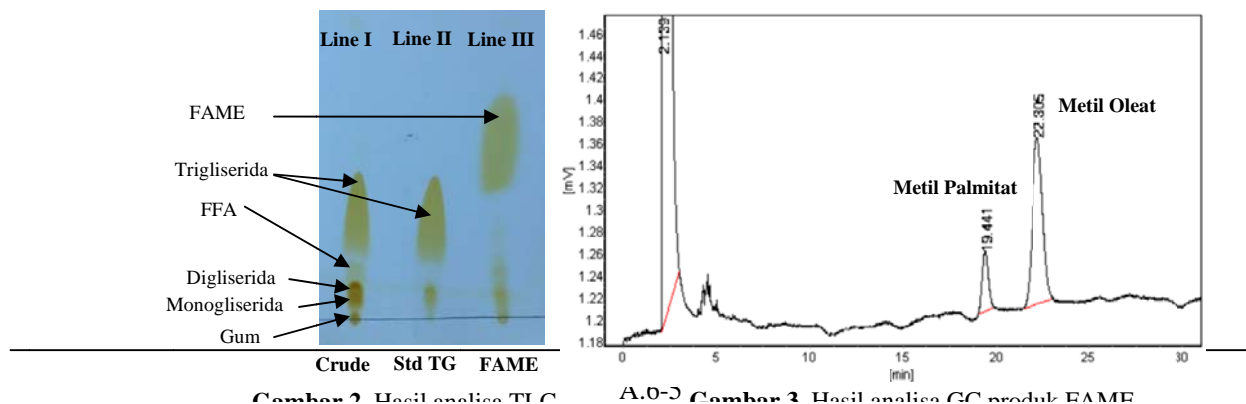
Keterangan: ND = Not detected

3.2 Crude *C. innophyllum* oil dan konversi total minyak mentah ke FAME

Kadar lipid biji *C. innophyllum* (ekstraksi hexan) pada dry basis sebesar 62,96 - 63,10%. Secara kualitatif melalui uji TLC dengan menggunakan mobile phase hexane: etil asetat: asam asetat 90:10:1. Gambar 2 lane 1 menunjukkan hasil TLC untuk crude oil dari *C. innophyllum*, dari gambar didapatkan komposisi pada spot berturut-turut dari bawah berupa phospholipid, monogliserida, digliserida, free fatty acid, dan trigliserida. Biji buah *C. innophyllum* juga merupakan sumber minyak yang potensial sebagai bahan baku biodiesel. Seperti halnya penelitian sebelumnya yang menggunakan bahan yang murah dan mudah didapat, seperti dedak padi (terdiri dari 13,5% lipid (Gunawan et al., 2011) dan 16–17% lipid (Shiu et al., 2010)), mikroalga (terdiri dari 10–17% lipid (Cha et al., 2011), dan *X. moluccensis* (terdiri dari 10,65–11.09% lipid (Gunawan et al., 2013)).

Asam lemak adalah komponen pokok dari semua sel tumbuhan. Fungsi asam lemak ini sebagai komponen membran, tempat penyimpanan produk, metabolisme, dan sebagai sumber energi (Wada et al., 1994). Asam lemak ini juga merupakan nutrisi penting dalam kehidupan organisme (Chen and Chuang, 2002). Selain itu, asam lemak memainkan peranan penting dalam berbagai fungsi kulit. Asam lemak polyunsaturated seperti, linoleic, linolenic, dan arachidonic acid penting dalam pertumbuhan dan perlindungan kulit (Elias, 1983). Lebih jauh, lauric acid merupakan agen antimicrobial, untuk penggunaan luar. Biasanya digunakan untuk mengontrol infeksi di rumah sakit (Kitahara et al., 2006).

Crude *C. innophyllum* direaksikan dengan BF_3 -in methanol (140 g BF_3 per liter methanol) untuk mengetahui konversi minyak total menjadi fatty acid metil ester (FAME). Adanya kandungan FAME pada minyak hasil reaksi dengan BF_3 -in methanol ditunjukkan oleh Gambar 2 lane 3, Spot yang paling atas adalah FAME dan spot lainnya merupakan pengotor yang tidak terkonversi oleh larutan BF_3 -in methanol. Berdasarkan literatur reagen ini bereaksi dengan triglyceride, diglyceride, monoglyceride, free fatty acid, sterol ester, phosphatidyl ethanolamine, phosphatidyl serine, phosphatidyl choline, monophosphoinositide, monogalactosyl glyceride, phosphatidyl choline (choline plasmalogen), digalactosyl glyceride, and sphingomyelin (Morrison, 1964). Komposisi Fatty acid ini dianalisa dengan Gas Chromatography, yang hasilnya ditunjukkan pada **Gambar 3**. Ditunjukkan bahwa kandungan FAME dari *C. innophyllum* adalah metil palmitat ($\text{C}_{16}:0$) dan metil oleat ($\text{C}_{18}:1$). Dengan kandungan metil oleat lebih besar daripada metil palmitat.



4. KESIMPULAN

Komposisi proksimat *C. innophyllum* beserta komposisi mineral yang terkandung di dalamnya dan komposisi biodiesel yang dihasilkan telah ditentukan. Diketahui bahwa biji buah *C. innophyllum* memiliki kandungan lipid yang tinggi. Diantara mineral-mineral yang terkandung didalam *C. innophyllum*, kandungan kalium merupakan yang terbesar dan mangan merupakan yang terkecil. Dua macam fatty acid methyl ester (FAME) yang teridentifikasi melalui Gas Chromatography adalah metil palmitat (C16:0) dan metil oleat (C18:1). Penelitian ini juga menunjukkan bahwa biji buah *C. innophyllum* sangat berpotensi dalam pembuatan biodiesel.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC, 2003. “Official Methods of Analysis”. 17th ed. (2 revision). AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.
- Chen, S.H., Chuang, Y.J., 2002. Analysis of fatty acids by column chromatography. *Analytica Chimica Acta* 465, 145–155.
- FAO, 2003. “Food energy: methods of analysis and conversion factors”. Report of a Technical Nutrition Paper 77. <http://www.fao.org/es/ESN/nutrition/requirements_pubs_en.htm> (accessed 1.09.10).
- Gunawan, S., Maulana, S., Anwar, K., Widjaja, T., 2011. “Rice bran, a potential source of biodiesel production in Indonesia”. *Industrial Crops and Products* 33, 624–628.
- Gunawan, S., Darmawan R., Nanda Miranti, Setiyawan A. Dhika, Fansuri Hamzah. 2013. “Proximate composition of *Xylocarpus moluccensis* seeds and their oils”. *Industrial Crops and Products* 41, 107–112.
- Elias, P.M., 1983. “Epidermal Lipids, Barrier Function and Desquamation”. *Journal of Investigative Dermatology* 80, 44–49.
- Friday JB, Okano D. *Calophyllum inophyllum* (kamani) species profiles for Pacific Island Agroforestry. Traditional tree initiative, www.traditionaltree.org; 2006. Hawaii accessed 17/09/2007.
- Hadi, Wahyudi Anggoro. 2009. “Pemanfaatan Minyak Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L) sebagai Bahan Bakar Minyak Pengganti Solar”. *Jurnal Riset Daerah Vol.III*, Yogyakarta.
- Hargono dan Kristinah Haryani. 2010. “Pengaruh Jenis Solvent dan Variasi Tray pada Pengambilan Minyak Nyamplung dengan Metode Ekstraksi Kolom”. *Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*. ISSN:1693 – 4393.
- Hartini, S, Guridno Bintar Saputro, M. Yulianto, Suprajaka. 2010. “Assessing the Used of Remotely Sensed Data for Mapping Mangrove Indonesia”. 6th WSEAS International Conference, Iwate Prefectural University, Japan, 210-215.
- Kitahara, T., Aoyama, Y., Hirakata, Y., Kamihira, S., Kohno, S., Ichikawa, N., Nakashima, M., Sasaki, H., Higuchi, S., 2006. “In vitro activity of lauric acid or myristylamine in combination with six antimicrobial agents against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA)”. *International Journal of Antimicrobial Agents* 27, 51–57.
- Krawczyk, T., 1996. “Biodiesel - Alternative Fuel Makes Inroads but Hurdles Remain”. *INFORM* 7, 801-829.
- Morrison, William R. and Llyod M. Smith. 1964. “Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol”. *Journal of Lipid Research*. Vol.5.
- Nzikou, J.M., Matos, L., Mbemba, F., Ndangui, C.B., Pambou-Tobi, N.P.G., Kimbonguila, A., Th. Silou, Linder, M. and Desobry, S. 2009. “Characteristics and Composition of *Jatropha curcas* Oils, Variety Congo-Brazzaville”. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology* 1(3): 154-159
- Shiu, P., Gunawan, S., Hsieh, W.H., Kasim, N.S., Ju, Y.H., 2010. “Biodiesel Production from Rice Bran By a Two-Step in Situ Process”. *Bioresource Technology* 101, 984–989.
- Wada, H., Gombos, Z., Murata, M., 1994. “Contribution of Membrane Lipids to the Ability of the Photosynthetic Machinery to Tolerance Temperature Stress”. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States* 91, 4273–4277.